



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

ASPECTOS BIOLÓGICOS E RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM O PULGÃO *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

MARCIENE DANTAS MOREIRA

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



ASPECTOS BIOLÓGICOS E RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM O PULGÃO *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

MARCIENE DANTAS MOREIRA

Sob a Orientação do Professor
Jacinto de Luna Batista

Tese submetida como requisito para
obtenção do grau de **Doutora em**
Agronomia, no Programa de Pós-
Graduação em Agronomia.

Areia, PB
Abril de 2016

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

M838a Moreira, Marciane Dantas.

Aspectos biológicos e resposta funcional de *Ceraeochrysa cubana*
(Hagen) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini). /
Marciane Dantas Moreira. - Areia: UFPB/CCA, 2016.
53 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias.
Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Jacinto de Luna Batista.

1. Entomologia agrícola 2. Predação (Biologia) 3. Erva-doce I. Batista,
Jacinto de Luna II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 595.7(043.3)

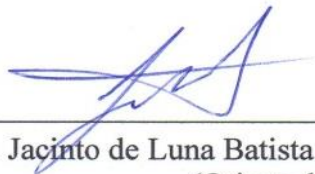
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ASPECTOS BIOLÓGICOS E RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM O PULGÃO *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

AUTORA: MARCIENE DANTAS MOREIRA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista – DFCA/CCA/UFPB
(Orientador)



Prof.ª Dr.ª Catarina de Medeiros Bandeira – DCBS/CCHSA/UFPB



Prof. Dr. Leonardo Dantas da Silva – DA/CCHSA/UFPB



Prof. Dr. Luciano Pacelli Medeiros de Macedo - IFPB

Data da realização: 28 de abril de 2016.



Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Jacinto de Luna Batista
Orientador

“Um homem não pode fazer o certo numa área da vida, enquanto está ocupado em fazer o errado em outra. A vida é um todo indivisível”.

Mahatma Gandhi

A Deus Pai, pela vida,
por aumentar minha fé a cada dia.
Por cuidar de mim, colocando anjos em meu caminho,
tornando a caminhada possível.
Pela força, para que eu consiga vencer os obstáculos da vida,
e por não me deixar desistir...

AGRADEÇO.

À minha amada e inesquecível mãe, ANAISA AZEVEDO DANTAS (*in memoriam*),
pela alegria de tê-la tido como mãe.
Pela dedicação aos filhos, ensinando-nos o caminho correto a seguir.
Pela ternura e paciência em seus gestos (exemplos de vida).
Pelos conselhos típicos de quem quer bem.
Pelo carinho e amor...

DEDICO.

Ao meu pai, Martim Vicente Moreira (*in memoriam*),
pelo exemplo de luta e perseverança.
Aos meus filhos, Gabriel, Júlia e Miguel (que ainda carrego em meu ventre),
por serem a alegria de minha vida.
Ao meu marido, Eduly Lucena, pelo incentivo.
E aos meus irmãos, Hércules e Maísa, pelo carinho e apoio.

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), pela realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Professor Jacinto de Luna Batista, pela orientação, confiança, sensibilidade e oportunidade de realização deste trabalho.

Aos doutores Catarina de Medeiros Bandeira, Leonardo Dantas da Silva e Luciano Pacelli Medeiros de Macedo, pela participação na banca e valiosas sugestões.

Ao Professor Walter Esfrain Pereira e Renato Lima, pela ajuda nas análises estatísticas.

Ao corpo docente do PPGA, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos produtores de erva-doce dos municípios de Remígio e Esperança, pelas informações práticas e populares sobre tal cultura.

A todos os funcionários do PPGA, em especial à secretária, Eliane Araújo, por estar sempre disponível para ajudar os estudantes do programa.

Ao técnico do Laboratório de Entomologia Severino João Numeriano, pela respeitosa convivência, presteza e carinho.

A Gilmar da Silva Nunes e Robério de Oliveira, pela colaboração na condução desta pesquisa, convivência e amizade.

Aos contemporâneos do Laboratório de Entomologia pela convivência harmoniosa, aprendizado compartilhado e momentos de descontração.

As amigas, Daniela Senna, Iane Azevedo, Márcia Gondin e Vanessa Cavalcante, pelo companheirismo nos momentos difíceis, confiança e alegria partilhados.

Aos companheiros e colegas da pós-graduação, pela ajuda mútua nas disciplinas. E a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marciene Dantas Moreira - nasceu em Nova Floresta – PB, no dia 25 de fevereiro de 1981, filha de Martim Vicente Moreira e Anaisa Azevedo Dantas. Em fevereiro de 2005 graduou-se em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba. Em março de 2005 ingressou no curso de Mestrado pelo Programa de Pós-graduação em Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, obtendo, em julho de 2007, o título de Mestre. Em Novembro de 2011 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba.

MOREIRA, M. D. **Aspectos biológicos e resposta funcional de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)**. Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Abr. 2016, 53 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Jacinto de Luna Batista.

Resumo Geral: A erva-doce, *Foeniculum vulgare* (Mill.), é uma planta de ciclo perene, cujas propriedades terapêuticas têm conferido importância junto aos agricultores. No entanto, esta cultura tem sofrido danos severos do pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini), os quais ocasionam sérios prejuízos aos agricultores. Dentro do controle biológico de pragas, os crisopídeos se destacam pela voracidade na fase jovem, e a espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) tem sido reconhecida como importante predador auxiliar na redução da densidade populacional de pulgões. Considerando a importância da cultura da erva-doce como estratégia para a agricultura familiar, o presente estudo teve como objetivo avaliar os aspectos biológicos e a capacidade predatória, bem como a resposta funcional de *C. cubana* alimentada com *H. foeniculi*. Para avaliação dos aspectos biológicos e capacidade predatória, os tratamentos foram constituídos por ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (testemunha), pulgões de 1º e 2º ínstaes, pulgões de 3º e 4º ínstaes e pulgões de diferentes idades, ofertados às larvas de *C. cubana*, sendo cada tratamento composto por 10 repetições, sobre os quais foram avaliados desenvolvimento e viabilidade larval e pupal, bem como a capacidade de predação do crisopídeo. Na análise da resposta funcional foram utilizadas larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstaes de *C. cubana*, as quais foram alimentadas em três diferentes densidades e regimes alimentares do pulgão. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x3, com 10 repetições cada tratamento. Para estudo do tempo de busca e de manuseio de larvas de *C. cubana*, nos três ínstaes, alimentadas com *H. foeniculi*, sendo as larvas criadas em ínstaes precedentes com ovos de *A. kuehniella* e/ou ninfas de *H. foeniculi*, foram utilizados seis tratamentos com 10 repetições cada. As fases larval e pupal de *C. cubana* não foram afetadas pela dieta à base de pulgões, verificando-se grande potencialidade de adaptação desse predador à presa em condições de laboratório. Verificou-se uma tendência de estabilização no consumo de larvas de primeiro e terceiro ínstaes de *C. cubana* alimentadas com pulgões de diferentes ínstaes nas densidades 2 e 3, e uma redução do consumo médio para as larvas de segundo ínstar do crisopídeo na densidade 3, quando alimentadas com pulgões de 1º e 2º ínstaes, apresentando uma resposta funcional tipo II. O menor tempo de busca foi determinado para segundo e terceiro ínstaes do crisopídeo, não havendo diferença estatística em função da alimentação no estágio precedente da larva entre estes. Quanto ao tempo de manuseio, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Concluiu-se que, a partir dos parâmetros avaliados, *C. cubana* demonstrou-se, portanto, um predador potencial de *H. foeniculi*.

Palavras-chave: Afídeos, crisopídeo, predação, erva-doce.

MOREIRA, M.D. **Biological aspects and functional response of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) fed on aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)**. Areia-Paraíba: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Apr. 2016, 53 p. Thesis (Thesis in Agronomy). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Advisor: Jacinto de Luna Batista.

General Abstract: Fennel, *Foeniculum vulgare* (Mill.) is a perennial cycle plant whose therapeutic properties have given importance to farmers. However, this culture has suffered severe damage aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini), which cause serious damage to farmers. In the biological control of pests, the lacewings are characterized by greed in young stage, and the *Ceraeochrysa cubana* specie (Hagen) has been recognized as an important predator help reduce the population density of aphids. Considering the importance of fennel culture as a strategy for family farming, this study aimed to evaluate the biological aspects and predatory capacity as well as the functional response of *C. cubana* fed *H. foeniculi*. To evaluate the biological aspects and predatory capacity, the treatments consisted of eggs *Anagasta kuehniella* (Zeller) (witness), aphid 1st and 2nd instar, aphids 3rd and 4th instars and aphids of different ages, offered to *C. cubana* larvae, each treatment consisting of 10 repetitions, which were evaluated on development and larval and pupal viability and the green lacewing the predation capacity. The analysis of the functional response larvae were used first, second and third instars *C. cubana*, which were fed on three different densities and food schemes of aphid. The design was completely randomized in a factorial 3x3x3 with 10 repetitions each treatment. To study the search time and handling *C. cubana* larvae in the three instars fed *H. foeniculi* being created in the previous instar larvae with *A. kuehniella* eggs and/or nymphs of *H. foeniculi* were used six treatments with 10 replicates each. The larval and pupal *C. cubana* were not affected by diet with aphids, checking up great potential for adaptation of this predator to prey in laboratory conditions. There was a stabilizing tendency in the consumer first and third instar larvae of *C. cubana* fed on aphids of the different instars at densities 2 and 3, and a reduced fuel consumption for second instar larvae of the green lacewing in density 3, when fed with aphids 1st and 2nd instars, with a functional response type II. The shorter searching time was given to second and third instars of the green lacewing, with no statistical difference in feed function in the preceding stage of larvae between them. As to handling time, there is no significant difference between the treatments. It was concluded that, based on the parameters evaluated, *C. cubana* proved to be a potential predator of *H. foeniculi*.

Key words: Aphid, green lacewing, predation, fennel.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I. ASPECTOS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

Tabela 1. Duração (em dias) (\pm EP) dos três estádios larvais (1º, 2º e 3º ínstar) de <i>C. cubana</i> com diferentes fontes de alimento. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.....	12
Tabela 2. Duração (em dias) (\pm EP) do período pupal e viabilidade (%) de <i>C. cubana</i> com diferentes fontes de alimento. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.....	13
Tabela 3. Consumo médio diário (\pm EP) de ninfas de <i>H. foeniculi</i> por larvas de <i>C. cubana</i> nos três ínstares. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.....	14
Tabela 4. Consumo médio total (\pm EP) de ninfas de <i>H. foeniculi</i> por larvas de <i>C. cubana</i> nos três ínstares e na fase larval. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.....	14

ARTIGO II. RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

Tabela 1. Densidade de ninfas de <i>H. foeniculi</i> ofertadas às larvas de <i>C. cubana</i> em condições de laboratório. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	22
Tabela 2. Resumo da análise de variância para o consumo médio de pulgões <i>H. foeniculi</i> por larvas de <i>C. cubana</i> em diferentes regimes alimentares e densidades. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	23
Tabela 3. Consumo médio de pulgões <i>H. foeniculi</i> em diferentes densidades e regimes alimentares por larvas de <i>C. cubana</i> . Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.....	24

ARTIGO III. TEMPO DE BUSCA E MANUSEIO DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

Tabela 1. Tempo de busca (TB) e tempo de manuseio (TM) de <i>Ceraeochrysa cubana</i> , nos três ínstares, alimentadas com <i>Hyadaphis foeniculi</i> . T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 Horas.....	36
--	----

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO II. RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

- Figura 1.** Resposta funcional para o 1° (A), 2° (B) e 3° (C) ínstaes de *C. cubana* a diferentes densidades e regimes alimentares de *H. foeniculi*. Temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas..... 26

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	3
ARTIGO I. ASPECTOS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE <i>Ceraeochrysa cubana</i> (HAGEN) ALIMENTADA COM <i>Hyadaphis foeniculi</i> (PASSERINI).....	6
Resumo.....	7
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
<i>Criação de C. cubana</i>	9
<i>Aspectos biológicos avaliados</i>	10
<i>Análise estatística</i>	11
Resultados e Discussão.....	11
<i>Período e viabilidade larval de C. cubana</i>	11
<i>Período e viabilidade pupal de C. cubana</i>	12
<i>Capacidade predatória de C. cubana sobre H. foeniculi</i>	13
Conclusões.....	15
Agradecimentos.....	15
Referências.....	15
ARTIGO II. RESPOSTA FUNCIONAL DE Ceraeochrysa cubana (HAGEN) ALIMENTADA COM Hyadaphis foeniculi (PASSERINI).....	18
Resumo.....	19
Abstract.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	21
<i>Obtenção do pulgão H. foeniculi</i>	21
<i>Criação de C. cubana</i>	21
<i>Resposta funcional</i>	22
<i>Análise estatística</i>	23
Resultados e Discussão.....	23
<i>Efeito das densidades e ínstares da presa sobre o consumo médio de pulgões H. foeniculi por larvas de C. cubana</i>	24
<i>Resposta funcional de C. cubana a diferentes densidades e regimes alimentares de H. foeniculi</i>	25
Conclusões.....	27
Agradecimentos.....	27
Referências.....	27

ARTIGO III. TEMPO DE BUSCA E MANUSEIO DE <i>Ceraeochrysa cubana</i> (HAGEN) ALIMENTADA COM <i>Hyadaphis foeniculi</i> (PASSERINI)	30
Resumo.....	31
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
<i>Obtenção do pulgão <u>H. foeniculi</u></i>	33
<i>Criação e manutenção do crisopídeo <u>C. cubana</u></i>	34
<i>Avaliação do tempo de busca e manuseio</i>	34
<i>Análise estatística</i>	35
Resultados e Discussão.....	35
Conclusão.....	37
Agradecimentos.....	37
Referências.....	37
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

INTRODUÇÃO GERAL

A erva-doce, *Foeniculum vulgare* (Mill.), é uma planta da família das umbelíferas, originária do Mediterrâneo, norte da África, oeste da Ásia e sul da Europa, que foi introduzida no Brasil pelos imigrantes europeus (LOPES et al., 2009). Herbácea de ciclo perene, a erva-doce possui caule ereto, forma touceiras, tem folhas recortadas de cor verde-amarelada (CURADO et al., 2007).

Devido às suas propriedades terapêuticas, a erva-doce tem encontrado mercado garantido, o que confere a sua importância junto aos agricultores (LIRA & BATISTA, 2006). Para fins medicinais são usados principalmente os frutos, a raiz e algumas vezes as folhas frescas da erva, que são utilizados em chás e condimentos. Os compostos ativos dessa planta são considerados moléculas biológicas com atividades anti-inflamatórias, antitrombótica e antioxidante (RATHER et al., 2012), hipoglicemiante (ARAÚJO et al., 2013) e analgésica (CHOI & HWANG, 2004). Já as sementes, contêm o óleo essencial com atividade antibacteriana (MOHSENZADEH, 2007). Além disso, essa cultura possui grande importância para a indústria cosmética, por possuir óleo essencial utilizado na produção de sabonetes, hidratantes e perfumes (AZEVEDO et al. 2012).

O cultivo da erva-doce parece ter encontrado uma boa aceitação em algumas regiões do País. Na região Nordeste, a espécie *F. vulgare* tem se destacado nos estados da Bahia, Sergipe, Paraíba e Pernambuco, sempre associada aos sistemas de produção desenvolvidos pelos agricultores familiares. Sua produção representa uma importante estratégia para a sustentabilidade das famílias de produtores, porque, além de se adaptar em diversos climas, permite o cultivo consorciado com outras culturas e a obtenção de renda em período do ano em que não há outros produtos na lavoura para a comercialização (RAMALHO et al., 2013). Na Paraíba, os municípios de Esperança, Remígio e Areial têm sido considerados grandes produtores da cultura, uma vez que as suas características geoambientais são favoráveis à sua exploração, especialmente nos sistemas produtivos desenvolvidos na agricultura familiar, que buscam complementar a renda mediante seu cultivo, mesmo de forma incipiente e de baixa eficiência econômica (BRITO & SANTOS, 2008; BRITO et al., 2009).

A cultura da erva-doce tem sofrido ataques severos do pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae), os quais ocorrem predominantemente na inflorescência

da planta, afetando a produção de frutos e das sementes, promovendo sérios prejuízos aos agricultores devido ao seu difícil controle e amplo potencial de multiplicação (LIRA & BATISTA, 2006). Para combater este inseto-praga, boa parte dos agricultores utilizam agrotóxicos, o que ocorre, na maioria das vezes, sem assistência técnica, aumentando os casos de intoxicação e promovendo o desequilíbrio do ambiente (solo e água) e a dependência em relação ao insumo externo (CURADO et al., 2007).

De acordo com De Bortoli e Murata (2007), os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são insetos predadores encontrados em vários agroecossistemas e associados a diferentes pragas, podendo alimentar-se das mais diversas presas, tais como cochonilhas, pulgões, moscas-brancas, ácaros, tripes, pequenas larvas de coleópteros, lagartas neonatas de lepidópteros e outros artrópodes-pragas, sendo, portanto, inimigos naturais de interesse em programas de controle biológico em diferentes culturas.

Os crisopídeos se destacam pela voracidade na fase jovem, facilidade de criação em laboratório, elevado potencial de reprodução, além de não necessitar de presas na fase adulta (FIGUEIRA; LARA; CRUZ, 2002). As larvas dos insetos desse gênero são conhecidas como larvas lixeiras, por carregarem restos de tegumentos de presas sobre o dorso, no qual possuem cerdas longas que permitem reter os detritos (PENNY, 2002). Dentre os crisopídeos, a espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) é reconhecidamente um importante predador auxiliar na redução da densidade populacional de pulgões (LÓPEZ-ARROYO; TAUBER; TAUBER, 1999; ALCANTRA et al., 2008).

Neste sentido, considerando a importância da cultura da erva-doce como estratégia para a sustentabilidade da agricultura familiar, objetivou avaliar os aspectos biológicos e a capacidade predatória, bem como a resposta funcional de *C. cubana* alimentada com o pulgão *H. foeniculi*, visando à promoção de um controle biológico efetivo desta praga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTRA, E.; CARVALHO, C. F.; SANTOS, T. M.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, 2008.
- ARAÚJO, R. O.; SOUZA, I. A.; SENA, K. X. F. R.; BRONDANI, D. J.; SOLIDÔNIO, E. G. Avaliação biológica de *Foeniculum vulgare* (Mill.) (Umbelliferae/Apiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 257-263, 2013.
- AZEVEDO, C. F.; QUIRINO, Z. G. M.; REGO, E. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, G. Z. Aspectos anatômicos de plântulas *Foeniculum vulgare* Mill. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. [online]., v. 14, n.spe, p. 197-204, 2012.
- BRITO, L. M. P.; SANTOS, J. F. **A sustentabilidade dos sistemas familiares de produção da erva-doce: a importância da validação agroeconômica na mesorregião do agreste paraibano**. Lagoa Seca, PB: BNB/FAPESQ/EMEPA, 2008. Relatório técnico.
- BRITO, L. M. P.; SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. M.; SILVA, P. D. A. Controle alternativo do pulgão da erva-doce com produtos domissanitários. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 17-22, 2009.
- CHOI, E.; HWANG, J. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**, Seodaemun-gu, v. 75, p. 557-565, 2004.
- CURADO, F. F.; NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, I. R.; RODRIGUES, R. F. A. **Experimentação participativa na produção de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) em bases ecológicas no agreste sergipano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 19 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, 110).

DE BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navas, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório. **Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas**, Madrid, v. 33, p. 35-42, 2007.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeitos de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 20-35, 2006.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; BRITO, L. M. P.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Efeito do óleo de laranja no controle do pulgão da erva-doce. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 636-643, 2009.

LÓPEZ-ARROYO, J. I.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. Comparative life histories of predators *Ceraeochrysa cincta*, *C. cubana*, *C. smithi* (Neuroptera: Chrysopidae). **Annals of the Entomological Society of America**, College Park, v. 92, n. 2, p. 208-217, 1999.

MOHSENZADEH, M. Evaluation of antibacterial activity of selected Iranian essential oils against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in nutrient broth medium. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Mashhad, v. 10, n. 1, p. 3693-3697, 2007.

PENNY, N. D. A guild to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, Sacramento, v. 53, n. 2, p. 161-457, 2002.

RAMALHO, W. C. A. N.; WANDERLEY, P. A.; CARVALHO, F. W. A.; ROLIM, G. G.; WANDERLEY, R. O. S. Estudo das potencialidades reprodutivas da erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) em segunda safra no semi-árido nordestino. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 1372-1380, 2013.

RATHER, M. A.; DAR, B. A.; SOFI, S. N.; BHAT, B. A.; QURISHI, M. A. *Foeniculum vulgare*: a comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. **Arabian Journal of Chemistry**, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2012.04.011>. Acesso em: 17 de abr. 2016.

ARTIGO I

ASPECTOS BIOLÓGICOS E CAPACIDADE PREDATÓRIA DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) alimentada com *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)

Biological aspects and predatory capacity of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) fed on *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)

Resumo – A erva-doce é uma planta da família Umbelliferae que, frequentemente, é atacada pelo pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini), o qual ocorre predominantemente na inflorescência da planta, comprometendo a produção de frutos e sementes. No entanto, existem potenciais agentes de controle biológico capazes de reduzir a população do pulgão da erva-doce. Dentre os predadores, os crisopídeos se destacam por serem altamente vorazes, podendo se alimentar de uma grande quantidade e diversidade de pulgões. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar os aspectos biológicos e a capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) alimentada com o pulgão *H. foeniculi*, visando dispor de um maior número de inimigos naturais eficientes em campo. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Os tratamentos foram constituídos por ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Testemunha), pulgões de 1º e 2º ínstar, pulgões de 3º e 4º ínstar e pulgões de diferentes idades, fornecidos às larvas de *C. cubana*. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 10 repetições, avaliando-se o desenvolvimento e viabilidades larval e pupal, bem como a capacidade de predação do crisopídeo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o software SAS 9.3®. As fases larval e pupal de *C. cubana*, assim como sua capacidade de predação, não foram afetadas pela dieta à base de pulgões, verificando-se grande potencialidade de adaptação desse predador à presa em condições de laboratório, podendo ser utilizado em programas de controle biológico deste afídeo.

Palavras-chave: Afídeos, biologia, controle biológico, crisopídeo, erva-doce.

Abstract – Fennel is an Umbelliferae plant family that often is attacked by the aphid *Hyadaphis foeniculi* (Passerini), which occurs predominantly in the inflorescence of the plant, affecting the production of fruits and seeds. However, there are potential biological control agents capable of reducing the population of aphid-of-fennel. Among the predators, lacewings stand out for being highly voracious and can feed a large amount and diversity of aphids. In this context, this study aims to evaluate the biological aspects and predatory capacity of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) fed the aphid

H. foeniculi, aiming to have a greater number of effective natural enemies in the field. The research was developed in the Entomology Laboratory of the Federal University of Paraíba, in Areia - PB, under a temperature of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, RH $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. The treatments were *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Witness), aphids 1st and 2nd instars, aphids 3rd and 4th instars and aphids of different ages, provided to the larvae of *C. cubana*. The design was completely randomized with 10 repetitions. Development and viability larval and pupal were evaluated and predatory capacity of green lacewing. Data were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% significance level, using the software SAS 9.3[®]. The larval and pupal phases of *C. cubana*, as well as its consumption capacity, were not affected by diet the aphids base, checking up great potential for adaptation of this predator to prey in laboratory conditions and can be used in programs biological control of this aphid.

Key-words: Aphids, biological control, biology, fennel, green lacewing.

Introdução

A erva-doce, *Foeniculum vulgare* (Miller), é uma umbelífera conhecida por suas propriedades medicinais, condimentares e aromáticas, nativa da região do Mediterrâneo e do sul da Europa (LORENZI; MATOS, 2008; APROTOSOAIE et al., 2010; HE; HUANG, 2011). No Brasil, a erva-doce constitui uma opção para o crescente mercado da indústria alimentícia, na fabricação de licores, perfumes e sabonetes. No Nordeste brasileiro, especialmente nos estados da Paraíba e Pernambuco, a cultura da erva-doce assume uma importante estratégia de sustentabilidade socioeconômica, principalmente por permitir a obtenção de renda no período do ano em que os agricultores não dispõem de outros produtos para a comercialização, ou seja, na época de escassez de chuvas (NUNES et al., 2007; WANDERLEY et al., 2008).

Contudo, a produção dessa cultura torna-se inviabilizada em função do ataque do pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae), pois esse inseto ataca principalmente a inflorescência da planta, afetando a produção de frutos e, consequentemente, das sementes, promovendo sérios prejuízos aos agricultores devido ao seu difícil controle e amplo potencial de multiplicação (LIRA; BATISTA, 2006).

O controle do pulgão da erva-doce tem sido feito rotineiramente através do uso de inseticidas não registrados para essa cultura, o que pode ocasionar grandes impactos ambientais, com comprometimento da saúde humana. A utilização desses inseticidas é indevida, pois além de causar redução na população de inimigos naturais, promove a contaminação do solo, do ambiente, além do produto a ser comercializado, muitas vezes para uso medicinal.

A utilização de inimigos naturais para o controle da praga torna-se uma alternativa promissora, aliada a outros métodos como técnicas culturais e mecânicas. Nesse contexto, os crisopídeos podem ser uma opção para o controle biológico. Os insetos da família Chrysopidae são predadores encontrados em muitas culturas de interesse econômico, exercendo um importante papel no controle biológico natural de pragas. Lira e Batista (2006) identificaram a potencialidade da espécie *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) no controle biológico do pulgão da erva-doce.

Dentre os crisopídeos, a espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) vem sendo utilizada no controle biológico e no manejo integrado de insetos-praga em regiões tropicais e subtropicais, podendo ser criada massalmente e comercializada (LÓPEZ-ARROYO et al., 1999). Além disso, a *C. cubana* é reconhecidamente um importante agente biológico na redução da densidade populacional de pulgões, pois esses predadores são extremamente vorazes na fase de larva e possuem uma elevada capacidade de busca (CARVALHO; SOUZA, 2000; TAUBER et al., 2000; ECOLE et al., 2002).

Diante dos problemas que podem ser causados pelo uso sequencial e indiscriminado dos inseticidas no controle de insetos-praga, e considerando a preocupação com a proteção de plantas motivada pela preservação ambiental e desenvolvimento sustentável, bem como a importância medicinal e econômica da cultura da erva-doce, este estudo objetivou avaliar alguns aspectos biológicos e a capacidade predatória de *C. cubana* alimentada com o pulgão *H. foeniculi* em condições de laboratório, visando fornecer subsídios para utilização desse predador em programa de controle integrado na cultura da erva-doce, além de avolumar o número de inimigos naturais eficientes em campo.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia (LEN), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – CCA/UFPB, Areia/PB, em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Criação de C. cubana

A criação de *C. cubana* teve início com a obtenção de exemplares coletados no município de Matinhas/PB e sua identificação feita pelo Dr. Sérgio de Freitas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Jaboticabal/SP. A instalação e estabelecimento da colônia foram realizados adaptando-se à metodologia proposta por Moraes (1989).

Adultos de *C. cubana* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC (Cloreto de Polivinila) (20,0 x 20,0 cm), vedadas nas extremidades superior e inferior com tela de *nylon* e tampa de alumínio respectivamente, sendo forradas internamente com papel A4 para oviposição. No interior desses recipientes foram colocados cinco casais do predador, os quais foram alimentados por uma dieta à base de uma mistura de levedo de cerveja e mel em partes iguais 1:1, até a obtenção de uma pasta, posteriormente adicionada em um pedaço de papel sulfite (1,0 x 4,0 cm) e posta no interior da gaiola, sendo substituída a cada dois dias. O abastecimento de água ocorreu a cada dois dias, por meio de algodão mantido em uma tampa de Politereftalato de etileno (PET) (3,0 x 1,5 cm) no interior do recipiente, coincidindo com a limpeza das gaiolas e retiradas dos ovos.

Após a coleta dos ovos, estes foram colocados em placas de teste tipo ELISA (12,5 x 8,5 cm), contendo 96 células com 0,7 cm de diâmetro, revestida com filme de polietileno, sendo retirado com término da eclosão das larvas. Ao eclodirem, para evitar o canibalismo, as larvas foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes (3,5 x 2,0 cm), e alimentadas com ovos da traça *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) até o último estágio larval. Os ovos de *A. kuehniella* foram provenientes de uma criação massal desenvolvida no mesmo laboratório.

Aspectos biológicos avaliados

Os tratamentos efetuados para fins de avaliação das variáveis biológicas foram implementados na fase larval de *C. cubana* mediante o uso de uma dieta padrão com ovos de *A. kuehniella* (T1), e de pulgões da erva-doce, separados em: ninfas de 1º e 2º ínstar (T2); ninfas de 3º e 4º ínstar (T3); e ninfas de pulgões de diferentes ínstar (T4). Assim, foram utilizados quatro tratamentos com 10 repetições, sendo cada repetição constituída de uma larva do crisopídeo.

As larvas do predador foram individualizadas em recipientes plásticos transparentes (3,5 cm de altura e 2,0 cm de diâmetro). A quantidade média de ovos de *A. kuehniella* ou número de pulgões utilizados deu-se através de estudos em literatura especializada e testes preliminares, sendo, portanto, 30 para crisopídeos de 1º ínstar, 50 para predadores de 2º ínstar e 70 para crisopídeos de 3º ínstar. Vale ressaltar que, diariamente, os crisopídeos eram observados com o objetivo de se verificar a reposição do alimento.

Foram avaliados período e viabilidade larval e pupal. O período larval foi determinado considerando-se o tempo de alimentação e atividade biológica de cada larva até o início da ecdise. Já o período pupal foi determinado pelo tempo compreendido entre o final do período larval até a emergência do adulto. A viabilidade larval foi analisada pela diferença entre o número inicial de larvas e o de pupas obtidas, e a viabilidade pupal, pela relação entre o número de pupas e o número de adultos emergidos considerados sem defeitos aparentes.

Para avaliação da capacidade predatória, foram avaliados os três estádios larvais do predador. Foram considerados os seguintes tratamentos: pulgões de 1º e 2º ínstaes (T1); pulgões de 3º e 4º ínstaes (T2); e pulgões de diferentes ínstaes (T3). Foram utilizados três tratamentos com 10 repetições cada. Nesse ensaio, a quantidade de pulgões disponibilizados para consumo foi a mesma fornecida no bioensaio anterior. A contagem e a oferta dos pulgões ocorreram diariamente até o final de cada estágio larval do crisopídeo.

Análise estatística

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se modelos lineares generalizados. Para a viabilidade, utilizou-se distribuição binomial. As análises foram conduzidas empregando-se o software SAS 9.3® (SAS, 2011).

Resultados e Discussão

Período e viabilidade larval de C. cubana

Analisando a influência da alimentação sobre os ínstaes larvais de *C. cubana*, observou-se que para as larvas de 1º ínstar do predador, alimentadas com as diferentes dietas, houve diferença significativa do T2 em relação aos demais tratamentos, verificando-se uma maior duração deste ínstar quando alimentadas com pulgões de 1º e 2º ínstaes. Quanto às larvas do crisopídeo de 2º ínstar, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já as larvas de 3º ínstar alimentadas com *A. kuehniella* apresentaram duração inferior aos demais tratamentos, em que foram alimentadas com pulgões (Tabela 1), o que pode ter ocorrido pela mobilidade e tamanho dos afídeos, dificultando a captura pelo predador.

Considerando as linhas da Tabela 1, pode-se observar que em todos os tratamentos houve uma menor duração no 2º ínstar do crisopídeo, exceto no tratamento 1. No entanto, nos tratamentos 2, 3 e 4, verifica-se que houve aumento na duração dos três ínstaes, quando comparados com o tratamento T1, com destaque para os 1º e 3º ínstaes do predador, demonstrando que a duração larval é influenciada pela disponibilidade e qualidade do alimento ingerido.

Tabela 1. Duração (em dias) (\pm EP) dos três estádios larvais (1º, 2º e 3º ínstar) de *C. cubana* com diferentes fontes de alimento. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12h.

Tratamentos	Ínstares		
	1º	2º	3º
T1 – ovos de <i>A. kuehniella</i>	$4,10 \pm 1,38$ Cab	$3,90 \pm 0,07$ Ab	$4,90 \pm 0,07$ Ba
T2 – pulgões de 1º e 2º ínstaes	$6,10 \pm 0,25$ Aa	$4,00 \pm 0,00$ Ab	$6,60 \pm 0,32$ Aa
T3 – pulgões de 3º e 4º ínstaes	$5,10 \pm 0,16$ Bb	$4,10 \pm 0,32$ Ac	$6,10 \pm 0,16$ Aa
T4 – pulgões de dif. ínstaes	$5,00 \pm 0,00$ BCb	$4,00 \pm 0,11$ Ac	$6,00 \pm 0,18$ Aa
C.V. (%)	15,98		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha e não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. (%) = Coeficiente de variação.

De acordo com Parra (1991), a quantidade e qualidade do alimento consumido na fase larval afetam a taxa de crescimento, tempo de desenvolvimento, peso, sobrevivência, bem como influenciam a fecundidade, longevidade, movimentação e capacidade de competição de adultos. Entretanto, sabe-se que o tamanho das presas e sua mobilidade dificultam a captura pelo predador, aumentando, consequentemente, o período larval. Alcantra et al. (2008), estudando acerca da biologia da *C. cubana* alimenta com ninfas de 3º e 4º ínstaes de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) a 25°C , identificaram um tempo médio de vida de 6, 5 e 6 dias para o 1º, 2º e 3º ínstaes larvais do crisopídeo, respectivamente, valores próximos dos encontrados neste estudo.

A avaliação da viabilidade larval foi de 100% em todos os tratamentos, demonstrando que, embora tenha ocorrido prolongamento no período larval do crisopídeo alimentado com pulgão da erva-doce, não houve mortalidade, o que pode ser explicado pela fácil adaptação alimentar do inseto. Resultado similar foi obtido por Oliveira et al. (2016) que, em estudo acerca do desenvolvimento de *C. cubana* alimentado com ninfas de diferentes ínstaes de *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae), identificaram viabilidade de 100, 0, 95,0 e 85,0% para 1º, 2º e 3º ínstaes do predador, respectivamente.

Período e viabilidade pupal de C. cubana

Quanto à fase de pupa, pode-se observar que os crisopídeos que se alimentaram com pulgões de 1º e 2º ínstaes apresentaram menor duração, com 13,90 dias, e os que se alimentaram com pulgões de 3º e 4º ínstaes, maior duração (15,20 dias), diferindo-se estatisticamente entre si (Tabela 2). Já a

viabilidade pupal variou de 70% (T2 e T3) a 80% (T1 e T4), não diferindo estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Duração (em dias) (\pm EP) do período pupal e viabilidade (%) de *C. cubana* com diferentes fontes de alimento. T= $25 \pm 5^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.

Tratamentos	Duração pupal	Viabilidade pupal
T1 – ovos de <i>A. kuehniella</i>	$14,10 \pm 0,07$ ab	$80 \pm 0,09$ a
T2 – pulgões de 1º e 2º ínstaes	$13,90 \pm 0,25$ b	$70 \pm 0,11$ a
T3 – pulgões de 3º e 4º ínstaes	$15,20 \pm 0,25$ a	$70 \pm 0,11$ a
T4 – pulgões de dif. ínstaes	$14,50 \pm 0,30$ ab	$80 \pm 0,09$ a
C.V. (%)	7,2	—

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. (%) = Coeficiente de variação.

Estes resultados diferem dos encontrados por Alcantra et al. (2008), em que a 25°C , o tempo mediano de vida foi de nove dias e a viabilidade de 100%. No entanto, Murata e De Bortoli (2009), estudando a biologia de *C. externa* e *C. cubana* alimentadas com pulgão da couve *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae), identificaram viabilidade pupal de 80%, resultados semelhantes aos encontrados neste estudo. Contudo, embora tenha ocorrido maior duração dos períodos larval e pupal, pode-se considerar que o pulgão da erva-doce é um alimento nutricionalmente adequado ao desenvolvimento de *C. cubana*.

Capacidade predatória de C. cubana sobre H. foeniculi

Verificou-se diferença significativa entre os tratamentos, em todos os ínstaes de *C. cubana*, havendo, contudo, maior consumo médio diário no T1 em relação aos demais tratamentos, com 19,46, 33,60 e 55,78 para o 1º, 2º e 3º ínstaes do predador, respectivamente (Tabela 3), isto devido ao menor tamanho dos pulgões, levando ao consumo de um maior número de presas. O 3º ínstar apresentou o maior consumo, uma vez que houve uma maior necessidade do número de pulgões para saciar o predador, além da sua grande mobilidade.

Tais resultados se assemelham aos encontrados por Oliveira et al. (2014), em estudo da capacidade predatória de *C. cubana* alimentada com *Aleurocanthus woglumi* (Ashby) (Hemiptera: Aleyrodidae), em que obtiveram maior consumo médio de ninfas de primeiro ínstar da presa em todos os ínstaes do crisopídeo.

Tabela 3. Consumo médio diário (\pm EP) de ninfas de *H. foeniculi* por larvas de *C. cubana* nos três ínstar. T= $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.

Tratamentos	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar
T1 – pulgões de 1º e 2º ínstar	$19,46 \pm 0,31$ Ac	$33,60 \pm 0,80$ Ab	$55,78 \pm 0,79$ Aa
T2 – pulgões de 3º e 4º ínstar	$7,26 \pm 0,19$ Cc	$14,22 \pm 0,65$ Cb	$31,78 \pm 0,61$ Ca
T3 – pulgões de dif. Ínstares	$10,87 \pm 0,36$ Bc	$26,72 \pm 0,44$ Bb	$38,06 \pm 0,65$ Ba
C.V.	9,70		

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. (%) = Coeficiente de variação.

Lira e Batista (2006), em estudo de *C. externa* alimentadas com *H. foeniculi*, identificaram consumo médio diário de 25 ± 5 pulgões para o 1º e 2º ínstar larval e 30 ± 5 pulgões para o 3º ínstar. Já Alcantra et al. (2008), estudando aspectos biológicos e a capacidade predatória de *C. cubana* alimentada com ninfas de terceiro e quarto ínstar de *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae), verificaram um consumo diário de $2,94 \pm 0,12$, $10,78 \pm 0,34$ e $67,19 \pm 1,73$ para 1º, 2º e 3º ínstar, respectivamente.

Situação similar também foi percebida no consumo médio total do crisopídeo de cada ínstar e da fase larval no T1, que foi 118,10 para o 1º ínstar, 134,40 para o 2º ínstar, 368,70 para o 3º ínstar e 621,20 para a fase larval de *C. cubana* (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo médio total (\pm EP) de ninfas de *H. foeniculi* por larvas de *C. cubana* nos três ínstar e na fase larval. T= $25 \pm 5^\circ\text{C}$, UR = $70 \pm 10\%$, Fotofase de 12h.

Trat.	1º ínstar	2º ínstar	3º ínstar	Fase larval
T1 – pulgões de 1º e 2º ínstar	$118,10 \pm 3,68$ Ab	$134,40 \pm 3,21$ Ab	$368,70 \pm 19,82$ Aa	$621,20 \pm 1,54$ A
T2 – pulgões de 3º e 4º ínstar	$36,50 \pm 1,48$ Bb	$58,20 \pm 5,20$ Bb	$194,10 \pm 6,72$ Ba	$288,80 \pm 17,15$ C
T3 – pulgões de dif. ínstar	$54,30 \pm 1,80$ Bc	$102,40 \pm 1,88$ Ab	$227,60 \pm 6,62$ Ba	$384,30 \pm 11,91$ B
C.V.	24,13			11,84

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. C.V. (%) = Coeficiente de variação.

Murata e De Bortoli (2009), avaliando a capacidade de consumo do pulgão da couve por *C. externa* e *C. cubana*, encontraram, respectivamente, os valores de 37,80 e 42,30 indivíduos para o 1º ínstar, 143,60 e 203,60 para o 2º ínstar e, 336,10 e 388,20 para o 3º ínstar dos crisopídeo, em temperatura de 25°C. Quanto à fase larval, pode-se observar que houve consumo médio de grande quantidade de pulgões, especialmente no T1 (621,20), demonstrando toda a potencialidade do predador na utilização em programas de controle de pragas. Tal resultado assemelhou-se ao valor obtido pelos autores supracitados para *C. cubana*, onde encontraram o consumo de 634,10 pulgões durante todo o período larval, sob temperatura de aproximadamente 25° C.

Conclusões

Com base nos parâmetros avaliados, pode-se concluir que, embora tenha ocorrido um prolongamento na duração dos estádios larvais e da fase pupal de *C. cubana* e que a capacidade de predação do crisopídeo ao pulgão da erva-doce tenha sido influenciada pela dieta, ou seja, pelos ínstaros do afídeo, verificou-se grande potencialidade de adaptação desse predador à presa em condições de laboratório, podendo ser utilizado em programas de controle biológico de *H. foeniculi*.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, e ao Dr. Sérgio de Freitas (*in memoriam*) da UNESP – Jaboticabal/SP, pela identificação da espécie *C. cubana*.

Referências

- ALCANTRA, E.; CARVALHO, C. F.; SANTOS, T. M.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Aspectos biológicos e capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis Gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, 2008.
- APROTOSOAIE, A. C.; ȘPAC, A.; HÂNCIANU, M.; MIRON, A.; TĂNĂSESCU, V. F.; DORNEANU, V.; STĂNESCU, U. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Farmacia*, Roma, v. 58, n. 1, p. 46-53, 2010.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno, V. H. P. (ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. UFLA, Lavras, Brasil. p. 91-109, 2000.

ECOLE, C. C.; SILVA, R. A.; LOUZADA, J. N. C.; MORAES, J. C.; BARBOSA, L. R.; AMBROGI, B. G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeellum* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 1, p. 318-324, 2002.

HE, W.; HUANG, B. A review of chemistry and bioactivities of medicinal spice: *Foeniculum vulgare*. *Journal of Medicinal Plants Research*, Nsukka, v. 5, n. 16, p. 3595–3600, 2011.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 20-35, 2006.

LÓPEZ-ARROYO, J. I.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. Effects of prey survival, development, and reproduction of trash-carryng chrysopids (Neuroptera: *Ceraeochrysa*). *Environmental Entomology*, New York, v. 28, n. 6, p. 1183-1188, 1999.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Plantarum, Nova Odessa, Brasil, 544 p, 2008.

MORAES, J. C. Aspectos biológicos e seletividade de alguns acaricidas à *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. 1989. 86f. *Dissertação* (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

MURATA, A. T.; DE BORTOLI, S. A. Estudo da capacidade de consumo do pulgão da couve por *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 3034-3038, 2009.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; CURADO, F. F.; SOUZA, I. M.; TAVARES, F. A.; GOUVEIA, R. F. Introdução de tecnologias agroecológicas no sistema de produção de erva-doce em Sergipe. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Guarapari, v. 2, n. 2, p. 743-746, 2007.

OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R.; COSTA, W. J. D.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177-182, 2014.

OLIVEIRA, R.; BARBOSA, V. O.; VIEIRA, D. L.; OLIVEIRA, F. Q.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Development and reproduction of *Ceraeochrysa cubana* (Neuroptera: Chrysopidae) fed with *Aleurocanthus woglumi* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 1, p. 17-24, 2016.

PARRA, J. R. P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. R. (eds.). *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. Manole, São Paulo, Brasil, p. 9-57, 1991.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). *SAS/STAT user software: changes and 13 enhancements through release*. Version 9.3. Cary, 2011.

TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A.; DAANE, K. M.; HAGEN, K.S. Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *American Entomologist*, Lanham, v. 46, n.1, p. 26-38, 2000.

WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A.; RAMOS, A. G. A cadeia produtiva da erva-doce nas microrregiões de Brejo, Curimataú e Agreste paraibano; Aspectos botânicos, agronômicos e ecológicos da cultura da erva-doce. In: *Otimização da cadeia produtiva da erva-doce (Foeniculum vulgare) visando a agregação de valor aos produtos da Agricultura Familiar*. João Pessoa: Sal da Terra, 2008.

ARTIGO II

RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa cubana* (HAGEN) ALIMENTADA COM *Hyadaphis foeniculi* (PASSERINI)

**Resposta funcional de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) alimentada com
Hyadaphis foeniculi (Passerini)**

**Functional response of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) fed on
Hyadaphis foeniculi (Passerini)**

Resumo – Objetivou-se avaliar a resposta funcional de *Ceraeochrysa cubana* alimentada com o pulgão *Hyadaphis foeniculi* em diferentes densidades e regimes alimentares da presa. O estudo foi conduzido no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia - PB, em temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Para avaliação da resposta funcional foram utilizadas larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstaes de *C. cubana*, as quais foram alimentadas em três diferentes densidades e regimes alimentares do pulgão. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $3 \times 3 \times 3$, com 10 repetições cada tratamento. Observou-se consumo crescente de pulgões nas diferentes densidades e regimes alimentares da presa em todos os ínstaes do crisopídeo, havendo, contudo, maior consumo de pulgões de 1º e 2º ínstaes. Verificou-se tendência de estabilização no consumo de larvas de primeiro e terceiro ínstaes de *C. cubana* alimentadas com pulgões de diferentes ínstaes nas densidades 2 e 3, e redução do consumo médio para as larvas de segundo ínstar do crisopídeo na densidade 3, quando alimentadas com pulgões de 1º e 2º ínstaes, apresentando uma resposta funcional tipo II. *C. cubana* demonstrou-se, portanto, um predador potencial de *H. foeniculi*.

Palavras-chave: Afídeos, crisopídeo, densidade, taxa de consumo.

Abstract – The objective was to evaluate the functional response of *Ceraeochrysa cubana* fed aphid *Hyadaphis foeniculi* in different densities and diets of prey. The study was conducted at the Entomology Laboratory of Federal University of Paraíba, Campus II, Areia - PB, at a temperature of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. To evaluate the functional response of larvae were used first, second and third instars *C. cubana*, which were fed on three different densities and aphid food schemes. The experimental design used was completely randomized, in a factorial $3 \times 3 \times 3$, with 10 repetitions each treatment. There was growing consumption of aphids in different densities and diets of prey on all instars of the green lacewing, with, however, higher consumption of aphids 1st and 2nd instar. There was stabilizing tendency in the consumer first and third instar larvae of *C. cubana* fed with aphids of varied instars in densities 2 and 3, and reduced fuel consumption for second instar larvae of the green lacewing in density 3, when fed with aphids 1st

and 2nd instars, with a functional response type II. *C. cubana* was demonstrated, therefore, a potential predator *H. foeniculi*.

Key-words: Aphids, green lacewing, density, consumption rate.

Introdução

O pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae) é uma espécie cosmopolita e vetor de pelo menos 12 tipos de vírus, como o *Mosaico Potyvirus* e *Yellow Spot Luteovirus*, sendo considerado a principal praga da cultura da erva-doce, *Foeniculum vulgare* (Mill.), no Brasil (FERREIRA; SOUSA-SILVA, 2004). Através da sucção contínua da seiva, ele causa murcha e secagem das flores e frutos (ABRAMSON et al., 2007), além de produzir uma substância açucarada que propicia o desenvolvimento do fungo *Capnodium* spp., que leva a formação da fumagina, a qual dificulta a respiração da planta e diminui a área fotossintética, contribuindo para o seu enfraquecimento (LEITE et al., 2008).

Na Paraíba, o pulgão da erva-doce geralmente se reproduz em períodos de altas temperaturas, formando colônias de insetos nas flores (ABRAMSON et al., 2007), podendo, contudo, apresentar-se em mudas e folhas.

Em programas de manejo integrado de pragas (MIP), o emprego do controle biológico tem assumido importância cada vez maior, principalmente quando se discute a produção integrada rumo a uma agricultura sustentável (PARRA et al., 2002). Entre os organismos benéficos responsáveis pela regulação da densidade populacional de pulgões, destacam-se os insetos predadores, com ênfase para os da família Chrysopidae (Neuroptera), uma vez que apresentam características adequadas para uso no controle biológico e são mundialmente reconhecidos pela sua ocorrência em vários agroecossistemas (FREITAS, 2001).

No Brasil, uma das espécies de crisopídeo mais estudadas é *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). No entanto, ainda são poucos os trabalhos que mostrem seu potencial de controle para alguns insetos-praga, como o pulgão *H. foeniculi*. Segundo O'neil (1997), os predadores são, muitas vezes, agentes eficazes na regulação da densidade populacional de pulgões. Neste sentido, a relação entre a densidade e o número de presas a serem consumidas é um aspecto fundamental da dinâmica predador-presa, pois, as presas, em função da densidade, podem ser utilizadas por inimigos naturais em diferentes proporções e, assim, causar mudanças na população de predadores.

Um dos parâmetros de importância a ser considerado na determinação da eficiência do predador no controle de populações de insetos-praga é a resposta funcional, definida como a relação entre a taxa de consumo do predador e a densidade da presa. De acordo com Holling (1959), existem

três tipos de resposta funcional de predadores: Tipo I, em que há aumento linear no número de presas consumidas até um valor máximo, à medida que a densidade de presa aumenta; Tipo II, em que há aumento no número de presas consumidas em função de maior disponibilidade delas até determinada densidade, quando a intensidade de ataque diminui, tendendo a certo nível de estabilidade (geralmente associado a artrópodes); e Tipo III, no qual o consumo aumenta de forma sigmoide, aproximando-se de uma assíntota superior, sendo, portanto, mais característico de predadores vertebrados, por aprenderem a se concentrar mais em uma presa à medida que ela se torna abundante.

Contudo, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta funcional de *C. cubana* alimentada com *H. foeniculi* em diferentes densidades e regimes alimentares da presa.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia (LEN), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – CCA/UFPB, Areia/PB, em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Obtenção do pulgão H. foeniculi

Os pulgões foram obtidos a partir de infestações em plantas de erva-doce mantidas em áreas anexas ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia – PB. As sementes de erva-doce obtidas no comércio local foram plantadas em vasos de PVC, com capacidade para cinco litros, contendo, como substrato, terra vegetal e esterco e areia na proporção de 1:2, visando o fornecimento constante de pulgões.

Criação de C. cubana

A criação de *C. cubana* teve início com a obtenção de exemplares coletados no município de Matinhas/PB, cuja identificação foi realizada pelo Dr. Sérgio de Freitas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Jaboticabal/SP. A instalação e estabelecimento da colônia foram realizados adaptando-se à metodologia proposta por Moraes (1989).

Adultos de *C. cubana* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC (Cloreto de Polivinila) (20,0 x 20,0 cm), vedadas nas extremidades superior e inferior com tela de *nylon* e tampa de alumínio respectivamente, sendo forradas internamente com papel A4 para oviposição. No interior desses recipientes foram colocados cinco casais do predador, os quais foram alimentados por uma dieta à base de uma mistura pastosa de levedo de cerveja e mel em partes iguais 1:1, que foi adicionada em

um pedaço de papel sulfite (1,0 x e 4,0 cm) e, posteriormente, colocada no interior da gaiola, sendo substituída a cada dois dias. O abastecimento de água ocorreu a cada dois dias, por meio de algodão mantido em uma tampa de Politereftalato de etileno (PET) (3,0 x 1,5 cm) no interior do recipiente, coincidindo com a limpeza das gaiolas e retiradas dos ovos.

Após a coleta dos ovos, estes foram colocados em placas de teste tipo ELISA (12,5 x 8,5 cm), contendo 96 células com 0,7 cm de diâmetro, revestida com filme de polietileno, sendo retirado com término da eclosão das larvas. Ao eclodirem, para evitar o canibalismo, as larvas foram individualizadas em recipientes de acrílico transparentes (3,5 x 2,0 cm), com tampa de plástico contendo pequenos furos para oxigenação dos insetos, e alimentadas com ovos da traça-das-farinhas *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) até o final do estágio larval. Os ovos dessa traça foram provenientes de uma criação massal desenvolvida no laboratório.

Resposta funcional

Para avaliação da resposta funcional foram utilizadas larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstar de *C. cubana*. As larvas de segundo e terceiro ínstar foram alimentadas, em ínstar anteriores, com ovos de *A. kuehniella*.

Logo após a eclosão das larvas de primeiro ínstar e do processo de ecdise das larvas de segundo e terceiro ínstar de *C. cubana*, estas foram individualizadas em recipientes de acrílico transparentes supracitados, e mantidas sem alimento por uma hora. Após esse período, os pulgões foram ofertados em três regimes alimentares, isto é: pulgões de 1º e 2º ínstar, pulgões de 3º e 4º ínstar e pulgões de diferentes ínstar, e em três densidades (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade de ninfas de *H. foeniculi* ofertadas às larvas de *C. cubana* em condições de laboratório. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Densidades	Número de pulgões oferecidos/ínstar do crisopídeo		
	1º	2º	3º
1	10	35	60
2	20	45	70
3	30	55	80

As densidades foram determinadas a partir do consumo médio diário, considerando uma densidade abaixo e outra acima do consumo médio. O consumo médio foi determinado a partir do número de pulgões consumidos no ensaio de capacidade predatória. Após o período de 24 horas, avaliou-se o número de pulgões consumidos pelo crisopídeo em cada tratamento.

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x3, representado pelos três ínstaes de *C. cubana*, três regimes alimentares a base de *H. foeniculi* (pulgões de 1º e 2º ínstaes, pulgões de 3º e 4º ínstaes e pulgões de diferentes ínstaes) e três densidades da presa. Cada tratamento constituiu-se de 10 repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se modelo linear generalizado. As análises foram conduzidas empregando-se o software SAS 9.3® (SAS, 2011).

Resultados e Discussão

Avaliando-se o consumo médio diário de pulgões *H. foeniculi* por larvas de *C. cubana*, verificou-se que o fator densidade e os diferentes regimes alimentares da presa foram significativos ($P = 0,01$), assim como as interações pulgão x densidade e crisopídeo x pulgão x densidade, indicando que interação tripla influencia no percentual de consumo dos crisopídeos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o consumo médio de pulgões *H. foeniculi* por larvas de *C. cubana* em diferentes regimes alimentares e densidades. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Fonte de Variação	GL	QM
Crisopídeo ^(z)	2	54858,96**
Pulgão ^(y)	2	5128,60**
Crisopídeo x pulgão	4	334,02**
Densidade ^(w)	2	3280,01**
Crisopídeo x densidade	4	565,88**
Pulgão x densidade	4	101,83**
Crisopídeo x pulgão x densidade	8	474,19**
Erro	243	29,73

^(z) Crisopídeo: 1º, 2º e 3º ínstaes.

^(y) Pulgão: ofertados em 1º e 2º ínstaes, 3º e 4º ínstaes e diferentes ínstaes.

^(w) Densidades de pulgões oferecidos a *C. cubana*: 10, 20 e 30 pulgões para o 1º ínstar; 35, 45 e 55 pulgões para o 2º ínstar; e 60, 70 e 80 pulgões para o 3º ínstar do predador.

** Significativo para o Teste F ($P = 0,05$).

Efeito das densidades e ínstars da presa sobre o consumo médio de pulgões H. foeniculi por larvas de C. cubana

Verificou-se um consumo crescente de pulgões nas diferentes densidades e regimes alimentares da presa em função dos ínstars do crisopídeo, exceto na densidade 3, observando-se que, na dieta de pulgões com 1º e 2º ínstars, o consumo das larvas de segundo ínstar do predador foi inferior ao do primeiro ínstar, sem diferirem estatisticamente, e inferior ao consumo obtido na densidade 2 para o mesmo regime alimentar (Tabela 3). Este resultado pode evidenciar que o predador tenha atingido o nível de saciedade, ingerindo a quantidade de alimento adequada para as necessidades nutricionais e desenvolvimento do segundo ínstar, mesmo numa densidade menor da presa.

Na densidade 1, o consumo médio diário de pulgões durante o primeiro ínstar de *C. cubana* não foi influenciado pelos diferentes regimes alimentares da presa, fato que não ocorreu nos demais ínstars do crisopídeo para a densidade 1 e para as densidades 2 e 3 (Tabela 3). Nas densidades 1, 2 e 3, houve maior consumo de pulgões de 1º e 2º ínstars nos três estádios do crisopídeo, com exceção para os crisopídeos de segundo ínstar da densidade 3, em que se observou um consumo menor de pulgões de 1º e 2º em relação à dieta com pulgões de diferentes ínstars, diferindo-se estatisticamente. O fato de maior consumo de pulgões de 1º e 2º ínstars pode ser explicado pelo tamanho da presa em relação ao predador, sendo necessário, neste caso, maior número de pulgões para atingir a saciedade. Já as larvas alimentadas com pulgões de 3º e 4º ínstars tiveram menor consumo médio (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo médio de pulgões *H. foeniculi* em diferentes densidades e regimes alimentares por larvas de *C. cubana*. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Densidade	Ínstar do crisopídeo	Dietas a base de pulgões		
		1º e 2º	3º e 4º	Diferentes ínstars
1	1º	8,10 Ca	3,20 Ca	4,20 Ca
	2º	32,30 Ba	11,50 Bc	22,50 Bb
	3º	56,90 Aa	32,40 Ab	51,70 Aa
2	1º	14,60 Ca	7,50 Bb	9,20 Cb
	2º	39,70 Ba	12,80 Bc	21,70 Bb
	3º	69,80 Aa	52,50 Ac	64,00 Ab
3	1º	24,60 Ba	10,90 Cb	15,00 Cb
	2º	22,50 Bb	20,90 Bb	35,10 Ba
	3º	79,60 Aa	60,60 Ab	60,80 Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

De acordo com Carvalho e Souza (2000), presas pequenas, com menor mobilidade e que apresentam uma cutícula fina e facilmente perfurável pelas peças bucais, são adequadas para a alimentação de larvas de crisopídeos, reforçando o maior consumo dos pulgões de 1º e 2º ínstar e menor consumo de pulgões de 3º e 4º ínstar por larvas de *C. cubana*.

Quanto à influência da densidade da presa sobre a predação do crisopídeo, resultados semelhantes foram observados por Santos et al. (2005), que estudando o consumo médio diário do pulgão *Aphis gossypii* (Glover) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes densidades por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), em cultivares de algodoeiro, verificaram que o consumo diário por larvas do primeiro ínstar do predador foi menor na densidade 1, em comparação as densidades 2 e 3. Também durante o segundo ínstar do crisopídeo, observou-se a saciedade na densidade 2, a qual utilizou quantidade aproximada da fornecida neste estudo, mostrando que o número de presas consumidas foi suficiente para atender às exigências nutricionais para o seu completo desenvolvimento diário. Da mesma forma, Fonseca et al. (2000) identificaram resultados similares ao estudar o consumo médio de *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) por larvas de *C. externa* nos três ínstar, em diferentes densidades.

Resposta funcional de C. cubana a diferentes densidades e regimes alimentares de H. foeniculi

As relações entre as variáveis consumo médio diário x densidade da presa x ínstar do pulgão foram significativas para todos os ínstar do crisopídeo, porém, em virtude do número de densidades, tornou-se inadequada a realização de uma análise de regressão.

Para o primeiro ínstar (A) de *C. cubana*, observou-se que, à medida que se aumentou o número de pulgões oferecidos, a capacidade de predação também foi incrementada, independentemente da dieta a que foram submetidos, uma vez que em altas densidades da presa, o número de encontros entre predador e presa torna-se mais provável. Já no segundo ínstar (B), verificou-se que houve redução do consumo de pulgões por larvas de *C. cubana* na densidade 3, quando alimentadas com pulgões de 1º e 2º ínstar do pulgão. No terceiro ínstar do predador (C), observou-se que houve aumento do consumo de pulgões de 1º e 2º ínstar e de diferentes ínstar, não havendo diferença significativa entre as densidades 2 e 3, quando os crisopídeos foram alimentados com pulgões de 3º e 4º ínstar (Figura 1).

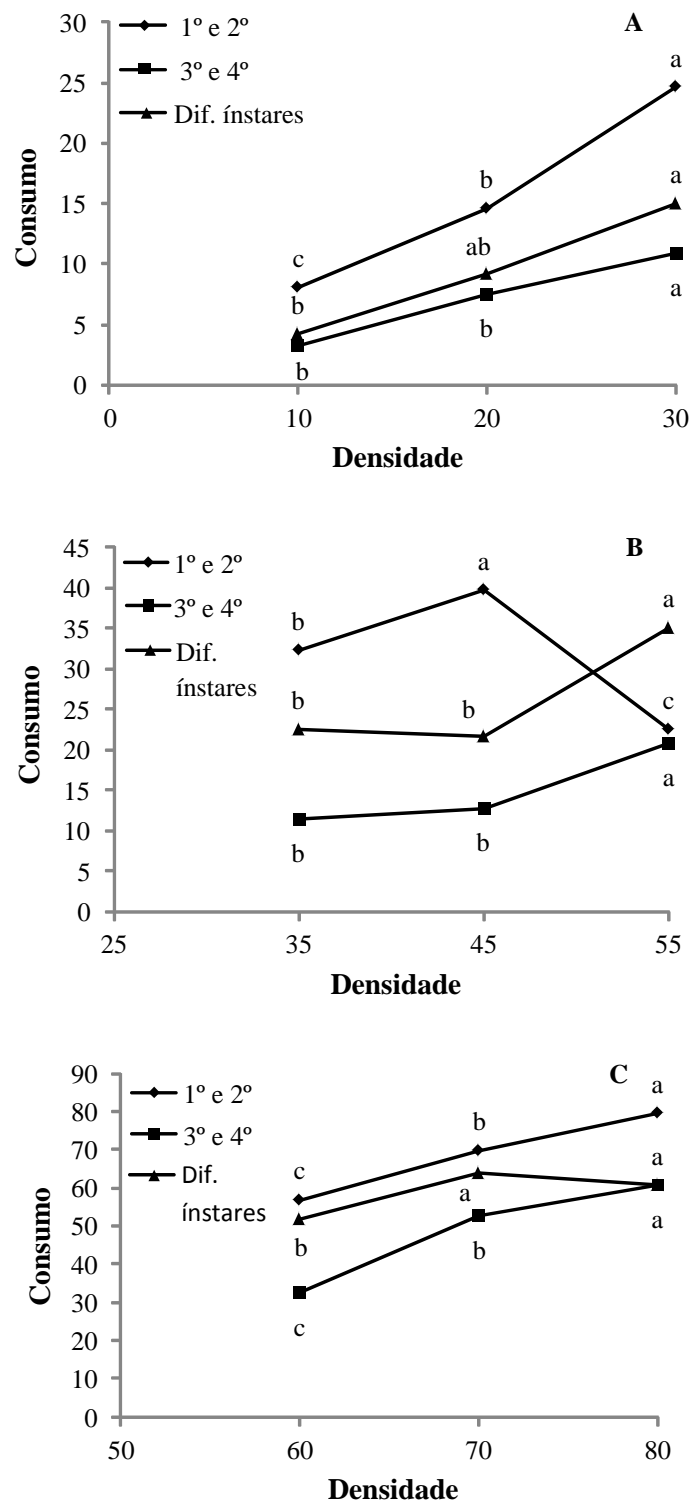


Figura 1. Resposta funcional para o 1º (A), 2º (B) e 3º (C) ínstaes de *C. cubana* a diferentes densidades e regimes alimentares de *H. foeniculi*. Temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Verificou-se tendência de estabilização no consumo de larvas de terceiro ínstar de *C. cubana* alimentadas com pulgões de diferentes ínstares nas densidades 2 e 3, demonstrando uma resposta funcional tipo II, comumente constatada entre insetos predadores, o que também pode explicar a redução do consumo médio para as larvas de segundo ínstar do crisopídeo na densidade 3, quando alimentadas com pulgões de 1º e 2º ínstares, pois, de acordo com Holling (1959), na resposta funcional tipo II, um predador na presença de uma maior disponibilidade de presas aumenta rapidamente o número de ataques a essas presas, sofrendo redução gradativa até atingir uma estabilidade (platô).

Um aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador ao aumento no consumo, uma vez que as oportunidades de encontro da presa serão maiores. No entanto, depois de saciado, o predador não é capaz de continuar consumindo a presa, mantendo as suas necessidades nutricionais pelo período aproximado de 24 horas. Resultados semelhantes foram alcançados por Silva e Maia (2010) que estudaram a resposta funcional de *Ceraeochrysa caligata* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *A. kuehniella*. Estes autores observaram, para os três ínstares do crisopídeo, um maior consumo em função do aumento na densidade de ovos oferecido, porém, houve uma tendência de estabilização no consumo a partir da densidade três no primeiro ínstar do predador.

Conclusões

O consumo médio diário de *C. cubana* foi influenciado pelas densidades e regimes alimentares do *H. foeniculi*, uma vez que houve aumento do consumo em função da elevação da densidade de pulgões. A interação entre predador, densidade e ínstares da presa tendenciou a uma resposta funcional do tipo II.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, e ao Dr. Sérgio de Freitas (*in memoriam*) da UNESP – Jaboticabal/SP, pela identificação da espécie *C. cubana*.

Referências

ABRAMSON, C. I.; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A.; SILVA, J. C. R.; MICHALUK, L. M. The effect of essential oils of sweet fennel and pignut on mortality and learning in africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae). *Neotropical Entomology* [online], v. 36, n. 6, p. 828-83, 2007.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed.). *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Lavras: UFLA, p. 91-109, 2000.

FERREIRA, R. G.; SOUSA-SILVA, C. R. *Hyadaphis foeniculi* na cultura de erva-doce no Estado de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1265-1266, 2004.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

FREITAS, S. *O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas*. Jaboticabal: Funep, 2001. 66 p.

HOLLING, C. S. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist*, Ottawa, v. 91, n. 7, p. 385-398, 1959.

LEITE, M. V.; SANTOS, T. M.; SOUZA, B.; CALIXTO, A. M.; CARVALHO, C. F. Biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em abobrinha cultivar caserta (*Cucurbita pepo* L.) em diferentes temperaturas. *Ciências Agropecuária*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1394-1401, 2008.

MORAES, J. C. Aspectos biológicos e seletividade de alguns acaricidas à *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. 1989. 86f. *Dissertação* (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

O'NEIL, R. J. Functional response and search strategy of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) attacking *Colorado potato beetle* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental Entomology*, Lanham, v. 26, n. 6, p. 1183-1190, 1997.

PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle Biológico: Terminologia. In: PARRA, J. R.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S. (Orgs.). *Controle biológico no Brasil, parasitoides e predadores*. São Paulo: Manole, 2002. p. 143-164.

SANTOS, T. M.; JÚNIOR, A. L. B.; BARBOSA, J. C. B. Reposta funcional de *Chrysoperla externa* a *Aphis gossypii* em cultivares de algodoeiro. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*, Costa Rica, n. 74, 2005.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). *SAS/STAT user software*: changes and 13 enhancements through release. Version 9.3. Cary, 2011.

SILVA, S. J. T.; MAIA, W. J. M. S. Resposta funcional de *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879). *Anais do 8º Seminário Anual de Iniciação Científica e 2º Seminário de Pesquisa da UFRA*, 20 a 22 de outubro de 2010. Disponível em: <http://www.pibic.ufra.edu.br/attachments/article/139/Sibele%20Joise%20Tapaj%C3%B3s%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 29 set. 2015.

ARTIGO III

**TEMPO DE BUSCA E MANUSEIO DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) ALIMENTADA
COM *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)**

Tempo de busca e manuseio de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) alimentada com *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)

Searching and handling time of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) fed on *Hyadaphis foeniculi* (Passerini)

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar o tempo de busca e de manuseio de larvas de *Ceraeochrysa cubana*, nos três ínstar, alimentadas com *Hyadaphis foeniculi*, sendo as larvas criadas em ínstar precedentes com *Anagasta kuehniella* e/ou *H. foeniculi*. A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, sob temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. O delineamento foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e 10 repetições. Os tratamentos foram: T1: larvas de primeiro ínstar; T2: larvas de segundo ínstar, alimentadas no primeiro ínstar com ovos de *A. kuehniella*; T3: larvas de segundo ínstar, alimentadas no primeiro ínstar com *H. foeniculi*; T4: larvas de terceiro ínstar, alimentadas no primeiro e segundo ínstar com ovos de *A. kuehniella*; T5: larvas de terceiro ínstar, alimentadas no primeiro ínstar com ovos de *A. kuehniella* e, no segundo ínstar, com *H. foeniculi*; T6: larvas de terceiro ínstar, alimentadas no primeiro e segundo ínstar com *H. foeniculi*. O tempo de busca de larvas de primeiro ínstar de *C. cubana* alimentadas com *H. foeniculi* foi maior quando comparado aos demais ínstar. O menor tempo de busca foi determinado para segundo e terceiro ínstar do crisopídeo, não havendo diferença estatística em função da alimentação no estágio precedente da larva entre estes. Quanto ao tempo de manuseio, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os parâmetros avaliados não foram influenciados pelas dietas ofertadas aos crisopídeo em estágios precedentes, demonstrando que a alimentação utilizada neste estudo não afeta à eficiência do predador.

Palavras-chave: Afídeos, comportamento, crisopídeo, predação.

Abstract – The objective of this study was to evaluate the searching and handling time of three larval instars of *Ceraeochrysa cubana* fed on *Hyadaphis foeniculi*, with the feeding of the larvae at the preceding instars being *Anagasta kuehniella* and/or *H. foeniculi*. The research was developed in the Entomology Laboratory of the Federal University of Paraíba, in Areia - PB, under a temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity of $70 \pm 10\%$ and photophase of 12 hours. The design was completely randomized, with six treatments and 10 repetitions. The treatments were: T1: first instar larvae; T2: second instar larvae fed on first instar with *A. kuehniella* eggs; T3: second instar larvae fed on the

first instar with *H. foeniculi*; T4: third instar larvae fed on the first and second instars with *A. kuehniella* eggs; T5: third instar larvae fed on the first instar with *A. kuehniella* eggs, and the second instar, with *H. foeniculi*; T6: third instar larvae fed on the first and second instars with *H. foeniculi*. The searching time of first instar larvae of *C. Cuban* fed on *H. foeniculi* was higher when compared to other instars. The shorter searching time was found for the second and third instar of the green lacewing, with which there were no statistical difference. As to handling time, there is no significant difference between the treatments. The parameters evaluated were not affected by diets offered to green lacewing in previous stages, showing that the diet used in this study did not affect the predator efficiency.

Key-words: Aphids, behavior, green lacewing, predation.

Introdução

A erva-doce *Foeniculum vulgare* (Mill.) é uma espécie pertencente à família Umbelliferae, bastante utilizada no Brasil por apresentar propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. No entanto, esta cultura vem sendo atacada pelo pulgão *Hyadaphis foeniculi* (Passerini) (Hemiptera: Aphididae), cujos ataques ocorrem predominantemente na inflorescência da planta, afetando a produção de frutos e, conseqüentemente, das sementes, promovendo sérios prejuízos aos agricultores, uma vez que esses afídeos apresentam difícil controle e amplo potencial biótico (LIRA; BATISTA, 2006).

Como o controle do pulgão da erva-doce tem sido realizado pelo uso indevido de agrotóxicos que, além de poderem ocasionar redução na população de inimigos naturais, contaminar o produto a ser comercializado, o solo e o ambiente (LOPES et al., 2009), o controle biológico assume importância cada vez maior em programas de manejo integrado de pragas (MIP).

Dentre os agentes biológicos com características adequadas a esta finalidade, os crisopídeos se destacam, pois se alimentam de diversas pragas agrícolas, sendo agentes promissores para o controle biológico de afídeos, por serem polívoros, possuírem elevada capacidade de busca, voracidade e potencial reprodutivo, além de apresentarem tolerância a determinados grupos de inseticidas e facilidade de criação em laboratório (BEZERRA et al., 2009; PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011).

A espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) tem sido estudada para utilização no controle biológico e no MIP, porém, ainda são poucos os estudos acerca da capacidade de predação e do comportamento desse crisopídeo em condições variáveis. Uma das formas de avaliar a eficiência de inimigos naturais no controle de pragas consiste em determinar o tempo de busca e de

manuseio, pois o tempo gasto pelo predador para consumir o alimento é um fator que interfere na sua capacidade de busca (AUAD; FREITAS; BARBOSA, 2002).

De acordo com Alcantra (2006), o comportamento de predação da maioria dos crisopídeos ainda é um tema pouco explorado, porém, sabe-se que suas larvas são caçadoras ativas, caracterizadas por movimentos rápidos e elevada capacidade de busca. No processo de captura da presa, segundo Canard & Duelli (1984), após o contato físico e a identificação da presa, a larva de crisopídeo para de se locomover imediatamente e adquire uma postura característica, com as peças bucais bem abertas, paralelas à superfície ou direcionadas um pouco para o alto e, com as antenas e palpos labiais afastados para os lados. A captura de presas ativas é efetivada após uma série de comportamentos estereotipados do predador: 1º) aproximação muito lenta; 2º) parada; 3º) ataque repentino com avanço rápido da cabeça e fechamento das peças bucais, geralmente induzidos pelo movimento da presa; 4º) recuo da cabeça e rápido erguimento da presa do substrato, a não ser que esta seja muito pesada ou prenda-se fortemente à superfície. Presas imóveis, como ovos e pupas de artrópodes e larvas de Coccidae e Diaspididae, são atacadas diferentemente, pois, inicialmente, o crisopídeo as examina demorada e cuidadosamente, provando-as com a extremidade de suas peças bucais, e depois perfura sua cutícula em vários locais.

Vale ressaltar que o tempo de busca e de manuseio varia em função do tamanho do predador e da presa, e do estado de inanição da larva. Além disso, para Bortoli et al. (2006), a eficiência do predador pode ser influenciada pelo tipo de presa a ser fornecida, e o hospedeiro em que a mesma foi criada poderá influenciar na sua qualidade, podendo afetar a capacidade predatória do crisopídeo.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o tempo de busca e de manuseio de larvas de *C. cubana* quando alimentadas com *H. foeniculi*, em função da alimentação e do ínstar do predador.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Entomologia – LEN – do Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba – CCA/UFPB, Areia/PB, em condições de temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Obtenção do pulgão H. foeniculi

Os pulgões foram obtidos a partir de infestações em plantas de erva-doce mantidas em áreas anexas ao Laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Paraíba, *Campus II*, Areia – PB. As sementes de erva-doce obtidas no comércio local foram plantadas em vasos de PVC, com capacidade

para cinco litros, contendo, como substrato, terra vegetal e esterco e areia na proporção de 1:2, visando o fornecimento constante de pulgões.

Criação e manutenção do crisopídeo C. cubana

A criação de *C. cubana* teve início com a obtenção de exemplares coletados no município de Matinhas/PB, cuja identificação foi realizada pelo Dr. Sérgio de Freitas da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Jaboticabal/SP. A instalação e estabelecimento da colônia foram realizados adaptando-se à metodologia proposta por Moraes (1989).

Adultos de *C. cubana* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC (Cloreto de Polivinila) (20,0 x 20,0 cm), vedadas nas extremidades superior e inferior com tela de *nylon* e tampa de alumínio respectivamente, sendo forradas internamente com papel A4 para oviposição. No interior desses recipientes foram colocados cinco casais do predador, os quais foram alimentados por uma dieta à base de uma mistura pastosa de levedo de cerveja e mel em partes iguais 1:1, que foi adicionada em um pedaço de papel sulfite (1,0 x 4,0 cm) e, posteriormente, colocada no interior da gaiola, sendo substituída a cada dois dias. O abastecimento de água ocorreu a cada dois dias, por meio de algodão mantido em uma tampa de Politereftalato de etileno (PET) (3,0 x 1,5 cm) no interior do recipiente, coincidindo com a limpeza das gaiolas e retiradas dos ovos.

Após a coleta dos ovos, estes foram colocados em placas de teste tipo ELISA (12,5 x 8,5 cm), contendo 96 células com 0,7 cm de diâmetro, revestida com filme de polietileno, sendo retirado com o término da eclosão das larvas. Ao eclodirem, para evitar o canibalismo, as larvas foram individualizadas em recipientes de acrílico transparentes (3,5 x 2,0 cm), e alimentadas com ovos da traça *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) até o final do estágio larval. Os ovos de *A. kuehniella* foram provenientes de uma criação massal desenvolvida no mesmo laboratório.

Avaliação do tempo de busca e manuseio

Para determinação do tempo de busca e de manuseio em cada ínstar de *C. cubana*, larvas do crisopídeo foram individualizadas em recipientes de acrílico transparentes supracitados. Os tratamentos e a alimentação (dieta) das larvas do crisopídeo, nos ínstares precedentes à sua utilização, nos ensaios foram: Tratamento 1: larvas de primeiro ínstar; Tratamento 2: larvas de segundo ínstar, alimentadas no primeiro ínstar com ovos de *A. kuehniella*; Tratamento 3: larvas de segundo ínstar, alimentadas no primeiro ínstar com *H. foeniculi*; Tratamento 4: larvas de terceiro ínstar, alimentadas no primeiro e segundo ínstares com ovos de *A. kuehniella*; Tratamento 5: larvas de terceiro ínstar,

alimentadas no primeiro ínstar com ovos de *A. kuehniella* e, no segundo ínstar, com *H. foeniculi*; Tratamento 6: larvas de terceiro ínstar, alimentadas no primeiro e segundo ínstars com *H. foeniculi*.

Para a realização dos ensaios, 40 ninfas de terceiro e quarto ínstars de *H. foeniculi* foram confinadas em placas de Petri (8,5 x 1,5 cm). Entre o período de quatro até 12 horas após a eclosão ou a ecdise das larvas para segundo e terceiro ínstars, foi retirado todo o alimentos das unidades de criação, mantendo-se as larvas do crisopídeo em jejum por uma hora. Posteriormente, foi liberada, no centro de cada placa, uma larva de *C. cubana* e, através de um cronômetro, determinou-se o tempo de busca e de manuseio, os quais foram avaliados para cada ínstar do crisopídeo, em função da alimentação utilizada precedentemente em cada estágio. O tempo de busca correspondeu ao período em que o predador ficou exposto à presa até a sua captura. O período em que ele ficou em contato com a presa, alimentando-se dela, correspondeu ao tempo de manuseio.

Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e 10 repetições. Os dados foram transformados em log (x) e, posteriormente, submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises foram conduzidas empregando-se o software SAS 9.3® (SAS, 2011).

Resultados e Discussão

O tempo de busca de larvas de primeiro ínstar de *C. cubana* alimentadas com *H. foeniculi* foi maior quando comparado aos demais ínstars, diferindo significativamente do segundo ínstar, cujas larvas de primeiro ínstar foram alimentadas com *H. foeniculi*, e do terceiro ínstar, independente do alimento prévio, porém, não diferiu estatisticamente do segundo ínstar, cujas larvas do estágio precedente alimentaram-se de ovos de *A. kuehniella* (Tabela 1). Tal resultado pode ter ocorrido devido ao volume corporal da presa em relação ao do predador, pois, por apresentarem menor tamanho, as larvas de primeiro ínstar necessitaram de um maior tempo para o encontro da presa.

No segundo ínstar de *C. cubana*, não houve diferença estatística no tempo de busca em função da alimentação no estágio precedente da larva (T2 e T3). Neste ínstar, as larvas mostraram-se mais ágeis que no estágio anterior, resultado que se assemelha ao do obtido por Auad et al. (2002), os quais estudaram o tempo de busca de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae). O mesmo resultado foi observado para as larvas de terceiro ínstar, onde não foi observado diferença significativa no tempo de busca quanto ao alimento utilizado em ínstars anteriores, diferindo dos resultados obtidos por Auad et al. (2002).

No entanto, as larvas deste ínstar foram mais rápidas na busca da presa que àquelas dos demais estádios, independente da alimentação com a qual as larvas foram alimentadas precedentemente.

Maia et al. (2004), estudando a capacidade predatória e aspectos biológicos de *C. externa* alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae), também verificaram maior tempo de busca pelas larvas de primeiro ínstar do predador em comparação ao encontrado pelas larvas de segundo e terceiro ínstaes. Esse fato também foi observado por Fonseca et al. (2000) ao estudarem a resposta funcional de *C. externa* alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). Para Macedo et al. (2010), em estudo dos aspectos biológicos e comportamentais de *C. externa* em algodoeiro, não houve diferença significativa no tempo de busca do pulgão *A. gossypii* por larvas de primeiro, segundo e terceiro ínstaes de *C. externa*.

Segundo Albuquerque (2009), geralmente as presas das larvas de crisopídeos apresentam comportamento gregário. Sendo assim, o tempo necessário para o encontro da primeira presa tende a ser maior, sobretudo para larvas de primeiro ínstar, provavelmente pela pouca mobilidade, quando comparada à larvas de ínstaes subsequentes.

Tabela 1. Tempo de busca (TB) e tempo de manuseio (TM) de larvas de *Ceraeochrysa cubana*, nos três ínstaes, alimentadas com *Hyadaphis foeniculi*. T: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Tratamentos	Ínstar e alimento usado precedentemente	TB	TM
T1	1°	00:04':03''a	00:13':14''a
T2	2° A	00:01':22''ab	00:13':38''a
T3	2° H	00:01':01''b	00:16':15''a
T4	3° A + A	00:00':52''b	00:11':45''a
T5	3° A + H	00:00':34''b	00:05':44''a
T6	3° H + H	00:00':44''b	00:07':22''a

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A = *A. kuehniella*; H = *H. foeniculi*. Dados transformados em logx.

O tempo de manuseio das ninfas de *H. foeniculi* por larvas de *C. cubana* não apresentou diferença significativa entre os ínstaes do predador, como também em função das dietas alimentares precedentes (Tabela 1). Maia et al. (2004), verificaram maior tempo de manuseio para larvas de primeiro ínstar do predador, não havendo diferenças estatística entre o segundo e terceiro ínstaes. Tais resultados também divergiram dos obtidos por Fonseca et al. (2000).

Embora o teste de média não tenha detectado diferenças significativas para o tempo de manuseio, o tempo gasto na manipulação e consumo das presas pelas larvas de *C. cubana* de terceiro

ínstar foi menor quando comparado com os demais ínstaes, especialmente quando alimentadas com *H. foeniculi* (T5 e T6). Tal fato deve-se ao volume corporal do predador sofrer aumentos significativos a cada ínstar, levando-o a uma sucção mais rápida da hemolinfa da presa, com conseqüente redução do tempo de manuseio. Entretanto, para Soares e Macedo (2000), mesmo que o tempo gasto pelo predador para consumir o alimento requerido seja um fator que interfere na sua eficiência e na capacidade de busca, os crisopídeos, em particular, não são afetados por este comportamento, pois são predadores vorazes, destruindo suas presas muito rapidamente.

O tempo de manuseio de larvas de *C. externa* alimentadas por *U. ambrosiae* determinado por Auad et al. (2002), em condições similares, foi superior ao encontrado neste estudo para todos os ínstaes do crisopídeo, o que pode indicar que a espécie *C. cubana* pode ser considerada um excelente agente de controle biológico de *H. foeniculi*.

Conclusão

O tempo de busca e de manuseio do pulgão *H. foeniculi* por *C. cubana* não foram influenciados pelas dietas ofertadas aos crisopídeo em estádios precedentes, demonstrando que a alimentação utilizada não afetou a eficiência do predador.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo, e ao Dr. Sérgio de Freitas (*in memoriam*) da UNESP – Jaboticabal/SP, pela identificação da espécie *C. cubana*.

Referências

ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Org.). Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. *Embrapa Informação Tecnológica*, Brasília, , 2009, p. 969-1022.

ALCANTRA, E. Capacidade predatória e resposta funcional de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Homiptera: Aphididae) em plantas de pepino. 2006. 60 p. *Dissertação* (Mestrado em Entomologia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras.

AUAD, A. M.; FREITAS, S.; BARBOSA, L. R. Tempo de busca e de manuseio de larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) alimentadas com *Uroleucon ambrosiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 46, n. 4, p. 535-538, 2002.

BEZERRA, C. E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; SOMBRA, K. D. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; ARAÚJO, E. L.. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): Aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 3, p.1-5, 2009.

BORTOLI, S. A.; CAETANO, A. C.; MURATA, A. T.; OLIVEIRA, J. E. M. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. *Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v.6, n.1, p.145-153, 2006.

CANARD, M.; DUELLI, P. Predatory behavior of larvae and cannibalism. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y; NEW, T. R. (Eds.). *Biology of Chrysopidae*. The Hague: Dr. W. Junk Publisher, 1984, p. 92-129.

FONSECA, A. F.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, Piracicaba, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 20-35, 2006.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; BRITO, L. M. P.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Efeito do óleo de laranja no controle do pulgão da erva-doce. *Engenharia Ambiental*, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 2, p. 636-643, 2009.

MACEDO, L. P. M.; PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; LOUREIRO, E. S. Aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em algodoeiro. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1219-1228, 2010.

MAIA, W. J. M. S.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; CRUZ, I.; MAIA, T. J. A. F. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

alimentada com *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004.

MORAES, J. C. Aspectos biológicos e seletividade de alguns acaricidas à *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. 1989. 86f. *Dissertação* (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Chrysopid predators and their in biological control. *Journal of Entomology*, London, v. 8. n. 3, p. 301-326, 2011.

SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). *SAS/STAT user software*: changes and 13 enhancements through release. Version 9.3. Cary, 2011.

SOARES, J. J.; MACEDO, L. P. M. Criação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de pragas do algodoeiro. *Circular técnica*, 36, (Embrapa Algodão) Campina Grande/PB, 2000.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

As fases larval e pupal de *C. cubana* não foram afetadas pelas dietas à base de pulgões. Entretanto, larvas de terceiro ínstar apresentaram maior capacidade predatória em relação aos demais ínstaes, havendo maior consumo de pulgões de 1º e 2º ínstaes, demonstrando a grande potencialidade de adaptação desse predador à presa em condições de laboratório.

O consumo médio diário de *C. cubana* foi influenciado pelas densidades e regimes alimentares do *H. foeniculi*, uma vez que houve aumento do consumo em função da elevação da densidade de pulgões. A interação entre predador, densidade e ínstaes da presa tendenciou a uma resposta funcional do tipo II, onde o crisopídeo demonstrou ser um predador potencial do pulgão *H. foeniculi*.

O tempo de busca e de manuseio do pulgão *H. foeniculi* por *C. cubana* não foi influenciado pelas dietas ofertadas aos crisopídeo em estádios precedentes, demonstrando que a alimentação utilizada não afetada a eficiência do predador.

Contudo, o estudo sobre os aspectos envolvidos na interação predador-presa, tais como biologia, resposta funcional e tempo de busca e de manuseio é de fundamental importância, pois o conhecimento destes fatores pode determinar a contribuição de um predador para a dinâmica populacional de um inseto-praga, permitindo identificar a densidade, a partir da qual, a praga escaparia ao controle do predador.